

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-298439

(43)Date of publication of application : 11.10.2002

(51)Int.Cl.

G11B 7/24
G11B 7/004

(21)Application number : 2001-098495

(71)Applicant : TOSHIBA CORP
MITSUBISHI CHEMICALS CORP

(22)Date of filing : 30.03.2001

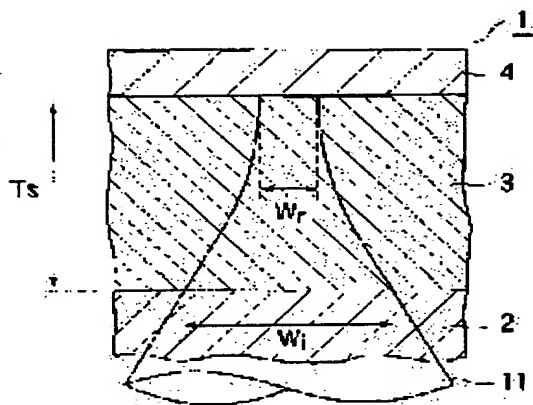
(72)Inventor : ICHIHARA KATSUTARO
TODORI KENJI
KAMIYA ITARU
YOSHIE KENICHI

(54) OPTICAL RECORDING MEDIUM AND REPRODUCING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a technology by which a super-resolution effect can fully be obtained.

SOLUTION: An optical recording medium 1 is detachably or undetachably mounted on a reproducing device which uses light converged by a focus lens for reproduction of information, and is provided with a layered structure having a thin film recording part 4 and a super-resolution film 3 in which an optical constant changes according to irradiated light intensity, and a substrate 2 to support the layered structure. The film thickness T_s of the super-resolution film 3, light wavelength λ and the numerical aperture NA of the focus lens satisfy a relation illustrated in the inequality: $T_s > 0.5 \times (\lambda/NA^2)$.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-298439
(P2002-298439A)

(43) 公開日 平成14年10月11日 (2002. 10. 11)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)
G 1 1 B 7/24	5 3 8	G 1 1 B 7/24	5 3 8 A 5 D 0 2 9
7/004		7/004	Z 5 D 0 9 0

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2001-98495 (P2001-98495)

(22) 出願日 平成13年3月30日 (2001. 3. 30)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目1番1号

(71) 出願人 000005968

三菱化学株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目5番2号

(72) 発明者 市原 勝太郎

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光記録媒体及び再生方法

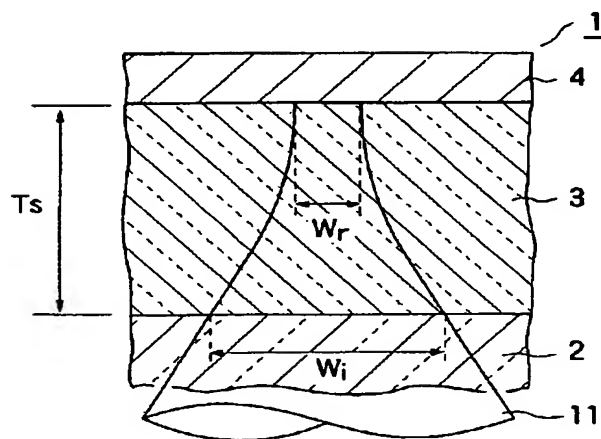
(57) 【要約】

【課題】 超解像効果を十分に引き出し得る技術を提供すること。

【解決手段】 本発明の光記録媒体 1 は、情報の再生に焦点レンズで集束させた光を利用する再生装置に着脱可能或いは着脱不可能に搭載される光記録媒体であって、薄膜記録部 4 と照射光強度に応じて光学定数が変化する超解像膜 3 との積層構造及び前記積層構造を支持する基板 2 を具備し、前記超解像膜 3 の膜厚 T_s と前記光の波長 λ と前記焦点レンズの開口径 NA とは、不等式：

$$T_s > 0.5 \times (\lambda / NA^2)$$

に示す関係を満足する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 情報の再生に焦点レンズで集束させた光を利用する再生装置に搭載される光記録媒体であって、薄膜記録部と照射光強度に応じて光学定数が変化する超解像膜との積層構造及び前記積層構造を支持する基板を具備し、前記超解像膜の膜厚 T_s と前記光の波長 λ と前記焦点レンズの開口数 NA とは、不等式：

$$T_s > 0.5 \times (\lambda / NA^2)$$

に示す関係を満足することを特徴とする光記録媒体。

【請求項2】 前記膜厚 T_s は $0.32\mu m$ よりも厚いことを特徴とする請求項1に記載の光記録媒体。

【請求項3】 前記膜厚 T_s は $0.90\mu m$ よりも厚いことを特徴とする請求項1に記載の光記録媒体。

【請求項4】 前記膜厚 T_s は $1.56\mu m$ よりも厚いことを特徴とする請求項1に記載の光記録媒体。

【請求項5】 薄膜記録部と照射光強度に応じて光学定数が変化する超解像膜との積層構造及び前記積層構造を支持する基板を備えた光記録媒体に対し前記超解像膜側から前記薄膜記録部に向けて焦点レンズで集束させた光を照射して前記光記録媒体からの反射光を検出することにより前記薄膜記録部に記録された情報を読み出すことを含み、前記情報の読み出しを、前記超解像膜の膜厚 T_s と前記光の波長 λ と前記焦点レンズの開口数 NA とが、不等式：

$$T_s > 0.5 \times (\lambda / NA^2)$$

に示す関係を満足する条件下で行うことを特徴とする再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光記録媒体及び再生方法に係り、特に超解像膜を有する光記録媒体及びそのような光記録媒体に記録された情報を再生する再生方法に関する。

【0002】

【従来の技術】光ビームを照射することにより情報の再生または記録及び再生を行う光ディスクメモリは、大容量である、高速アクセスが可能である、及び光ディスクを脱着可能とすることができるなどの優れた特徴を有している。そのため、そのようなメモリは、音声、画像、及び計算機データなどの様々なデータを保存する記憶装置として実用化されており、今後、さらに普及するものと期待されている。

【0003】光ディスクをより高密度化するための技術としては、原盤のカッティングに利用するガスレーザの波長をより短くすること、動作光源である半導体レーザを短波長化すること、対物レンズの開口数をより高めること、及び光ディスクの光入射側基板をより薄くすることなどが考えられている。さらに、再生だけでなく記録

も可能な光ディスクについては、マーク長記録やランド・グループ記録などの様々なアプローチが考えられている。

【0004】これら高密度化技術に加え、効果的に高密度化を実現し得る技術として、超解像膜を利用した超解像技術が提案されている。この超解像膜は、基本的には、照射光強度に応じて光学定数が非線形的且つ可逆的に変化する材料からなり、光ディスクの記録面に対してその光入射側に設けられる。

10 【0005】例えば、超解像膜を有する光ディスクの光学応答を低強度の光は透過せず且つ高強度の光は透過するように設計した場合、入射光としてガウス型ビームを使用すると、そのビームの周縁部は低強度であるので記録面には到達せず、高強度のビーム中央部のみが記録面に到達して情報の記録や再生に寄与する。これは、記録面でのビームスポット径が入射光のビーム径よりも絞られていることを意味している。したがって、超解像技術によると、回折限界未満のサイズの記録マークを形成すること及びそのようなサイズのマークとして記録された

20 情報を読み出すことが可能となる。
【0006】上述した超解像技術に関連して幾つかの開示がなされている。例えば、特開平11-273148号公報は、一般に、記録時に高い超解像効果が得られるように設計された超解像膜を有する光記録媒体では、記録時と再生時とではビーム強度が著しく異なるため、再生時に高い超解像効果を得ることができず、そのため、再生時に高い分解能を実現するには記録と再生とに別々の光学系を使用する必要があるという問題に取り組んでいる。特開平11-273148号公報は、このような問題に対し、光記録媒体に感度が互いに異なる二種以上の超解像膜を設けることにより、同一の光学系で回折限界未満のサイズの記録マークを形成すること及びそのようなサイズのマークとして記録された情報を読み出すことが可能となることを開示している。

30 【0007】また、超解像技術はヒートモード系とフォトンモード系とに大別することができるが、フォトンモード系のうち超解像膜としてフォトクロミック膜を利用するものは一般に単一波長での動作が不可能である。特開平10-320857号公報は、充満帯から励起子準位もしくは伝導帯への電子励起による吸収飽和現象を利用して非線形的な光学応答を実現する半導体微粒子分散膜を開示している。この半導体微粒子分散膜を超解像膜として用いた場合、基本的には単一波長での動作が可能となる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上述のように、従来技術は、超解像膜を構成する材料自体を改良することや、同一の光学系を用いて記録時と再生時との双方で高い超解像効果を得ることへと向けられている。しかしながら、それら手法だけでは、必ずしも十分な超解像効果が

得られる訳ではない。

【0009】本発明は、かかる事情に鑑みてなされたものであり、超解像効果を十分に引き出し得る技術を提供することを目的とする。また、本発明は、超解像効果を容易且十分に引き出し得る技術を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は、情報の再生に焦点レンズで集束させた光を利用する再生装置に搭載される光記録媒体であって、
10 薄膜記録部と照射光強度に応じて光学定数が変化する超解像膜との積層構造及び前記積層構造を支持する基板を具備し、前記超解像膜の膜厚 T_s と前記光の波長 λ と前記焦点レンズの開口数 NA とは、不等式：

$$T_s > 0.5 \times (\lambda / NA^2)$$

に示す関係を満足することを特徴とする光記録媒体を提供する。

【0011】また、本発明は、薄膜記録部と照射光強度に応じて光学定数が変化する超解像膜との積層構造及び
20 前記積層構造を支持する基板を備えた光記録媒体に対し前記超解像膜側から前記薄膜記録部に向けて焦点レンズで集束させた光を照射して前記光記録媒体からの反射光を検出することにより前記薄膜記録部に記録された情報を読み出すことを含み、前記情報の読み出しを、前記超解像膜の膜厚 T_s と前記光の波長 λ と前記焦点レンズの開口数 NA とが、不等式：

$$T_s > 0.5 \times (\lambda / NA^2)$$

に示す関係を満足する条件下で行うことを特徴とする再生方法を提供する。

【0012】本発明の光記録媒体は、再生専用型であってもよく、或いは、再生及び記録の双方が可能な記録可能型であってもよい。前者の場合、通常、薄膜記録部は情報に対応してピットが設けられた反射膜である。一方、後者の場合、通常、薄膜記録部は少なくとも記録膜と反射膜とを積層してなる積層構造で構成される。

【0013】本発明の光記録媒体は、記録可能型である場合、相変化記録媒体や光磁気記録媒体のように情報の記録及び消去を繰り返し行うことが可能な書き換え可能型の光記録媒体であってもよく、或いは、色素系光記録媒体のように情報の記録を1回のみ行うことが可能な一
40 回記録消去不能型の光記録媒体であってもよい。

【0014】一般に、光記録技術においては幾つかの規格が存在している。これら規格では、光記録媒体の反射率、サイズ、形状、記録及び／または再生に使用する光の波長、及び焦点レンズの開口数 NA などが明確に定められており、光記録媒体や記録再生装置などは、これら規格に基づいて設計されている。例えば、CDについては、焦点レンズの開口数 NA は0.45であり且つ使用するレーザビームの波長 λ は780nmと定められている。また、DVDについては、焦点レンズの開口数 NA

は0.6であり且つ使用するレーザビームの波長 λ は650nmと定められている。さらに、HD-RAMについては、焦点レンズの開口数 NA は0.8であり且つ使用するレーザビームの波長 λ は400nm付近に定められている。

【0015】光記録媒体を着脱不可能な記録再生装置や再生装置などでは起こり得ないが、光記録媒体を着脱可能な記録再生装置や再生装置などでは、様々な規格の光記録媒体が装填される可能性がある。そのため、通常、
10 光記録媒体にはそれがいずれの規格に対応するものかを特定するための識別情報が記録されており、媒体を取り外し可能な記録再生装置や再生装置などは、この光記録媒体に記録された識別情報から、装填された光記録媒体がいずれの規格に基づくものであるのかを識別している。なお、ここで言う「識別情報」は、反射膜に設けられたピットのような記録マークの形態で記録されたものに限られず、光記録媒体の反射率、光記録媒体のサイズ、及び光記録媒体の形状的特徴なども包含する。

【0016】本発明は、後で詳述するように、そのような識別情報から導かれるか或いは装置で実際に使用する照射光の波長 λ 及び焦点レンズの開口数 NA と光記録媒体の一部を構成する超解像膜の膜厚 T_s とに上記不等式に示す関係を満足させるという極めて簡便な方法で高い超解像効果を実現可能とするものである。すなわち、本発明によると、超解像効果を容易且十分に引き出すことが可能となる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明について、図面を参照しながらより詳細に説明する。なお、各図において、同様または類似する構成要素等には同一の参照符号を付し、重複する説明は省略する。

【0018】まず、超解像技術の基本的原理について説明する。図1は、照射光強度と超解像膜の光学定数との間の理想的な関係を示すグラフである。図中、横軸は照射光強度 P を示し、縦軸は超解像膜の透過率 Tr を示している。なお、図1に示すデータは、照射光として強度分布が一様な光ビームを使用した場合を想定している。

【0019】超解像膜は、例えば図1に示すように、照射光強度が臨界パワー P_c 未満である場合には透過率 Tr が低く、照射光強度が臨界パワー P_c 以上である場合には透過率 Tr が高い薄膜である。なお、臨界パワー P_c は、超解像膜が Sb 、 Te 、及び $GeSbTe$ などの材料で構成される場合はその融点に相当し、超解像膜が $AgOx$ で構成される場合はその分解温度に相当し、超解像膜がロイコ色素で構成される場合はその熱褪色温度に相当する。また、臨界パワー P_c は、超解像膜がフォトリソミック膜である場合には例えば開環反応が十分に進行するフォトン数に相当し、超解像膜が半導体微粒子分散膜である場合には吸収飽和に至るフォトン数に相当
50 する。

【0020】図2は、図1に示す光学変化を示す超解像膜への入射前及び透過後におけるガウス型光ビームの強度分布を示すグラフである。図中、横軸は光ビームの中心からの距離 r を示し、縦軸は光強度 P を示している。また、曲線51は超解像膜への入射前における光ビームの強度分布を示し、曲線52は超解像膜を透過後の光ビームの強度分布を示している。

【0021】図2に示すように、超解像膜にガウス型の光ビームを入射させた場合、光ビームが超解像膜を伝播する間に、光強度が臨界パワー P_c 未満である光ビーム周縁部は遮断され、光強度が臨界パワー P_c 以上である光ビーム中央部のみが選択的に透過する。すなわち、超解像膜を透過した後のビーム径は、超解像膜への入射前に比べて縮小される。これが、超解像技術の基本的原理である。

【0022】次に、本発明の原理について説明する。図3は、光学定数が一定の領域内を焦点レンズで集束させた光が伝播する状態を概略的に示す図である。なお、図中、 w_0 は焦点位置でのビーム径を示しており、 D_f は焦点深度を示している。この焦点深度 D_f は、ピークパワーが焦点位置におけるピークパワーの80%となる位置と焦点位置との間の距離であり、焦点レンズの開口数 NA と光の波長 λ とを用いると、下記等式：

$$D_f = 0.5 \times \lambda / NA^2$$

で表すことができる。また、焦点位置から距離 D_f 離れた位置でのビーム径は約 $1.2 \times w_0$ である。

【0023】図3に示すように、 z 方向に伝播する集束光のビーム径は、焦点位置に向けて減少し、焦点位置で最小値 w_0 となり、その後、増加する。このビーム径の変化率は、焦点位置近傍では僅かであるが、焦点位置から距離 D_f 以上離れた位置では非常に大きい。

【0024】従来技術では、超解像膜と薄膜記録部との界面を焦点位置に合わせ、超解像膜の膜厚は焦点深度 D_f よりも薄く設定していた。すなわち、従来技術では、光ビームを、ビーム径が w_0 近傍にまで減少した状態で超解像膜に入射させていた。これに対し、本発明は、超解像膜の厚さを焦点深度 D_f よりも厚くすることにより、超解像膜と薄膜記録部との界面を焦点位置に合わせた場合に、焦点位置近傍だけでなくビーム径の変化率の大きな位置にも超解像膜を存在させ、それによって得られる特有な現象を利用可能とするものである。

【0025】図4は、本発明の一実施形態に係る光記録媒体を概略的に示す断面図である。図4に示す光記録媒体1は、透明基板2と、透明基板2上に設けられた超解像膜3と、超解像膜3上に設けられた薄膜記録部4を有している。

【0026】図4は、光記録媒体1の超解像膜3の膜厚と、光記録媒体1への情報の記録または光記録媒体1に記録された情報の再生に利用する光ビーム11との関係を示している。但し、図4は、光ビーム11を光記録媒

体1に実際に照射した状態を正確に示している訳ではない。すなわち、図4においては、超解像膜3によってもたらされるビーム径を縮小するという効果は考慮されていない。

【0027】図4に示すように、超解像膜3の膜厚 T_s が焦点深度 D_f よりも厚い場合、光ビーム11の焦点位置を超解像膜3と薄膜記録部4との界面またはその近傍に合わせると、焦点位置における光ビーム11のビーム径 w_0 と、透明基板2と超解像膜3との界面位置における光ビーム11のビーム径 w_i と、超解像膜3と薄膜記録部4との界面位置における光ビーム11のビーム径 w_r とは、不等式：

$$w_0 \leq w_r \leq 1.12 \times w_0$$

$$w_r < w_i$$

に示す関係を満足する。以上の事実を踏まえて、図5及び図6を参照しながら本発明により得られる効果を説明する。

【0028】図5は、本発明により得られる効果の一例を概略的に示すグラフである。図中、横軸は光ビーム11の中心からの距離 r を示し、縦軸は光強度 P を示している。また、曲線53は透明基板2と超解像膜3との界面位置における光ビーム11の強度分布プロファイルであり、曲線54は超解像膜3と薄膜記録部との界面位置における光ビーム11の強度分布プロファイルである。超解像膜3の臨界パワー P_c を焦点位置でのピークパワーよりも低く設定すると、光ビーム11が超解像膜3を伝播する間に、臨界パワー P_c 未満である光ビーム11の周縁部は遮られる。一方、臨界パワー P_c 以上である光ビーム11の中央部は超解像膜3を透過するのとともに、図4から明らかなように超解像膜3を伝播する間に集束する。すなわち、超解像膜3の膜厚 T_s を焦点深度 D_f よりも厚く設定した場合、透明基板2と超解像膜3との界面位置における光ビーム11の半径 ϕ_1 の中央部のみが透過し、この光ビーム中央部は径 ϕ_1' に集束されて超解像膜3を出射する。

【0029】それに対し、超解像膜3の膜厚 T_s が焦点深度 D_f 以下である場合、図3に関する説明から明らかなように、光ビーム11は殆ど集束することなく超解像膜3を伝播する。そのため、この場合、透明基板2と超解像膜3との界面位置における光ビーム11の強度分布プロファイルは、超解像膜3と薄膜記録部との界面位置における光ビーム11の強度分布プロファイルとほぼ等しい。そのため、この場合、光ビーム11が超解像膜3を伝播する間に臨界パワー P_c 未満であるその周縁部は遮られるものの、超解像膜3を出射する光ビーム中央部の径 ϕ_2 は、本発明により実現される径 ϕ_1' に比べると遥かに大きい。

【0030】このように、本発明によると、従来に比べて遥かに大きなビーム径縮小効果が得られる。なお、上述した原理は、超解像膜3の光ビーム11に対する光学

応答が理想的なステップ関数型である場合を想定し且つ光ビーム 1.1 が超解像膜 3 を伝播する間におけるビームプロファイルの変化をあまり考慮していないなど、モデル的な議論に基づいているが、実際に観測される現象を十分に高い精度で説明するものである。

【0031】図 6 は、本発明により得られる効果の他の例を概略的に示すグラフである。図 6 は、超解像膜 3 として、より高感度の超解像膜（臨界パワー P_{c1} ）とより低感度の超解像膜（臨界パワー P_{c2} ）との積層構造を利用し、より高感度の超解像膜を透明基板 2 側に及びより低感度の超解像膜を薄膜記録部 4 側に配置した場合に得られるビーム径縮小効果を示している。なお、図 5 と同様、図 6 においても、横軸は光ビーム 1.1 の中心からの距離を示し、縦軸は光強度を示している。

【0032】上述のように、透明基板 2 と超解像膜 3 との界面位置における光ビーム 1.1 のうち径 ϕ_1 の中央部のみが超解像膜 3 を透過し、この光ビーム中央部は径 ϕ_1 に集束されて超解像膜 3 を出射する。しかしながら、現実的には、超解像膜 3 の臨界パワー P_c 未満の光に対する透過率は 0% よりも高く、また、超解像膜 3 の膜厚は有限である。しかも、光強度は集束するのに応じて増加するので、光ビーム 1.1 の集束によって超解像膜 3 中でビーム径を大きく変化させる本発明では、光ビーム周縁部は、超解像膜 3 への入射時には臨界パワー P_{c1} 未満の強度であったとしても、超解像膜 3 を出射する際にはその一部が臨界パワー P_{c1} 以上となることがある。すなわち、超解像膜 3 に光ビーム 1.1 を照射した場合、実際には、ビーム周縁部が完全に遮られる訳ではない。

【0033】これに対し、上述の積層構造を採用した場合、臨界パワーが P_{c1} である高感度の超解像膜を透過した光ビーム周縁部は、集束することにより強度が高められたとしても、より高い臨界パワー P_{c2} を有する低感度の超解像膜で遮ることができる。すなわち、この場合、透過光の強度分布プロファイルをよりシャープなものとすることができる。なお、このような効果は、3 層以上の超解像膜を光入射側から出射側に向けて順次低感度となるように積層してなる積層構造を採用した場合においても得ることができる。また、上記の効果は、超解像膜の感度を光入射側から出射側に向けて連続的に低下するように傾斜させた場合においても得ることができる。

【0034】次に、上述した光記録媒体 1 のより詳細な構造及び各構成要素などについて説明する。上記の光記録媒体 1 は、再生専用型であってもよく、或いは、再生及び記録の双方が可能な記録可能型であってもよい。すなわち、上記光記録媒体 1 において、薄膜記録部 4 は、情報の記録が可能なものであってもよく、或いは、超解像膜 3 側の面に記録マークとしてピットが設けられた反射膜であってもよい。なお、記録可能型の光記録媒体 1 は、相変化記録媒体や光磁気記録媒体のように情報の記録及び消去を繰り返し行うことが可能な書き換え可能型

の光記録媒体、及び、色素系光記録媒体のように情報の記録を 1 回のみ行うことが可能な一回記録消去不能型の光記録媒体などを包含する。

【0035】透明基板 2 の材料としては、ポリカーボネート、ポリメチルメタクリレート、ポリオレフィン、フォトリソコートガラス、及びガラスなどを使用することができる。上記光記録媒体 1 が再生専用型である場合、この透明基板 2 の表面にピットを形成することにより、このピットを薄膜記録部 4 である反射膜の表面に記録マークとして転写することができる。一方、上記光記録媒体が記録可能型である場合、通常、透明基板 2 の表面には、記録マークとしてのピットは設けられないが、アドレス情報に対応したピットやトラッキンググループなどが設けられる。

【0036】ピットやトラッキンググループが設けられた透明基板 2 は、例えば、以下に説明するようなマスタリングプロセスによって得ることができる。すなわち、まず、ガラス原盤の一方の主面上にレジスト膜を形成する。次に、ガスレーザカッティング装置を用いて、そのレジスト膜を形成すべきピットやトラッキンググループに対応して露光する。レジスト膜を現像処理することによってレジストパターンを形成した後、ガラス原盤のレジストパターンを形成した面にメッキシード層をスパッタリングし、さらにメッキプロセスを実施することによりスタンプを得る。その後、このスタンプを用いて射出成形を行うことにより、表面にピットやトラッキンググループが設けられた透明基板 2 を得る。

【0037】なお、透明基板 2 は、超解像膜 3 及び薄膜記録部 4 を形成するための下地を提供するものであってもよく、或いは、薄膜記録部 4 及び超解像膜 3 が順次形成された基板（図示せず）と対向して配置される透明カバー層であってもよい。後者の場合、透明基板 2 は必ずしも設ける必要はない。

【0038】上記光記録媒体 1 において、超解像膜 3 は、ヒートモード系の薄膜であってもよく、或いは、フォトンモード系の薄膜であってもよい。

【0039】ヒートモード系の薄膜としては、例えば、Sb 及び Te などの低融点金属を含有する薄膜、結晶化速度の速い GeSbTe 膜、熱分解性の AgOx 膜、及び熱脱色性のロイコ系色素を含有する薄膜などを挙げることができる。ヒートモード系で得られる超解像効果は、光照射により超解像膜 3 が加熱され、構成成分の少なくとも一部が何らかの熱的变化を生じ、その結果、光学定数が非線形的に変化することに基づいている。例えば、Sb や Te を含有する薄膜及び GeSbTe 膜などでは、光強度の高いビームスポット中央部で超解像膜が溶融することにより、その光学定数が非線形的に変化する。また、AgOx 膜では、超解像膜に含まれる AgOx がビームスポット中央部で Ag と O とに熱分解することにより、その光学定数が非線形的に変化する。さらに、

ロイコ系色素を含有する薄膜は、超解像膜に含まれる色素と発色剤とがビームスポット中央部で熱分離することにより透明化する。

【0040】一方、フォトンモード系の薄膜としては、フォトクロミック膜や半導体微粒子分散膜などを挙げることができる。フォトンモード系では、光による化学反応または電子励起を利用して超解像効果を得る。例えば、フォトクロミック膜で超解像効果を得るには、フォトクロミック材料の開環反応と閉環反応とで互いに波長の異なる光を照射するか、或いは、それら反応の一方を熱的に進行させる。そのため、フォトクロミック膜を用いた場合には、一般に、単一波長での動作が不可能であり、したがって、装置には複雑な光学系が必要となる。半導体微粒子分散膜では、充満帯から励起子単位もしくは伝導帯への電子励起による吸収飽和現象が利用される。超解像膜として半導体微粒子分散膜を用いた場合、光強度の高いビームスポット中央部では入射フォトン数が十分に多いため、励起可能な電子数が不足するか或いは上準位の状態が飽和し、その結果、入射フォトンをさらに吸収することができず非線形的な光学応答を示す。半導体微粒子分散膜を用いた場合には、純安定準位を介しての電子の励起や脱励起が生じる場合も含めて、基本的には単一波長での動作が可能である。

【0041】半導体微粒子分散膜のうち、波長650nmの光を使用した場合に超解像効果が得られる半導体微粒子分散膜としては、例えば、CdSSe、Cu₂O、AgTe、SrSe、SrTe、CaSi、ZnTe、CdO、CdTe、GaSe、InS、AlSb、SbSe、CuAlS、及びZnSiAsなどのような半導体微粒子を有機マトリクス中に分散させてなる薄膜を使用することができる。また、波長405nmの光を使用した場合に超解像効果が得られる半導体微粒子分散膜としては、例えば、ZnSSeTe、CuCl、CuBr、AgCl、AgBr、AgI、ZnO、ZnSe、GaS、AlSe、AlTe、InO、PbO、及びTiOなどのような半導体微粒子を有機マトリクス中に分散させてなる薄膜を使用することができる。さらに、記録や再生に上記以外の波長の光を使用する場合には、使用する光の波長に近いギャップ長を有する半導体材料を上記半導体微粒子の材料として用いればよい。

【0042】半導体微粒子分散膜は、例えば、基板2の一方の主面上に、液状有機マトリクス中に半導体微粒子が分散された塗工液をスピンコート法などによって塗布し、液状有機マトリクスを硬化させることにより形成することができる。なお、そのような塗工液は、例えば、半導体を構成する各元素を含む有機金属化合物の溶液を所定の割合で混合し、適当な温度に昇温することによって調製することができる。この塗工液は、原液でまたはスピンコート剤などを添加して適宜濃度調整して使用することができる。また、半導体微粒子分散膜の膜厚は、

塗工液の希釈度やスピンコートの際の基板回転数によって制御可能である。

【0043】半導体微粒子の粒径をより小さくした場合、量子サイズ効果によって励起寿命を長くして吸収飽和を容易に生じさせることや、吸収飽和し易い準位、例えば励起子準位、の吸収をより顕著にすることなどができる。半導体微粒子の粒径及び濃度は、有機金属化合物溶液中の有機金属化合物の濃度、有機金属化合物溶液の混合比、及び反応温度などによって制御可能である。なお、いずれの条件であっても、微粒子の生成がある程度進行すると微粒子の成長は飽和に達するため、均一なサイズの粒子を得ることができる。

【0044】超解像膜3は、主として再生時に超解像効果が得られるように感度を設定されていてもよく、或いは、主として記録時に超解像効果が得られるように感度を設定されていてもよい。超解像膜3の感度は、ヒートモード系では例えば融点を変化させることによって、フォトンモード系では例えば電子遷移エネルギーを変化させることによって調節可能である。

【0045】再生専用型の光記録媒体1においては、再生時に超解像効果が得られるように超解像膜3の感度を設定することにより、再生装置の回折限界未満の記録マーク（ピット）を各記録マーク間の間隔を狭めて形成したとしても、高い分解能で再生することができる。すなわち、記録密度を著しく向上させることができる。

【0046】また、記録及び再生の双方が可能な、すなわち記録可能型の、光記録媒体1において、例えば、主として再生時に超解像効果が得られるように超解像膜3の感度を設定した場合には、記録マークのサイズを著しく小さくすることは困難である。しかしながら、各記録マーク間の間隔を狭めて記録したとしても、高い分解能で再生することが可能となる。

【0047】さらに、記録可能型の光記録媒体1において、例えば、主として記録時に超解像効果が得られるように超解像膜3の感度を設定した場合には、記録マークのサイズを著しく小さくすること及び各記録マーク間の間隔を狭めて記録することの双方が可能である。この場合、記録に利用する光学系と同一の光学系では高い分解能で再生することが困難であるので、記録に利用する光学系とは別に、ビーム径をより小さくした光学系を準備すればよい。

【0048】光記録媒体1が記録可能型である場合、先に記載したように、光記録媒体1に感度が互いに異なる二種以上の超解像膜を設けることにより、同一の光学系で回折限界未満のサイズの記録マークを形成すること及びそのようなサイズのマークとして記録された情報を読み出すことができる。この場合、高感度の超解像膜及び低感度の超解像膜の双方を薄膜記録部4に対して光入射側に配置することができる。或いは、高感度の超解像膜を薄膜記録部4に対して光入射側に配置し、低感度の超

解像膜を記録膜と反射膜との間に配置してもよい。

【0049】後者の場合、前者に比べて、再生時の光損失を抑制する上で有利である。なお、通常、記録膜の膜厚は10～30nm程度と薄いため、入射光の多くは反射膜側に透過し、この透過光は反射膜で反射されて記録膜側へと戻る。記録膜の感度は、干渉膜などによってもたらされる多重干渉効果に大きく影響されるので、低感度の超解像膜を記録膜と反射膜との間に配置した場合、反射膜から記録膜へと戻る光ビームの径を縮小することができる。したがって、この場合も、高感度の超解像膜及び低感度の超解像膜の双方を薄膜記録部4に対して光入射側に配置した場合と同様に、同一の光学系で超解像記録及び超解像再生の双方を実現することができる。

【0050】前者のように薄膜記録部に対して光入射側に複数の超解像膜の積層構造を設ける場合、個々の超解像膜は焦点深度 D_f よりも厚い必要はなく、その積層構造の膜厚が焦点深度 D_f よりも厚ければよい。一方、後者の場合は、薄膜記録部4に対して光入射側に配置される超解像膜の膜厚が焦点深度 D_f よりも厚ければよく、記録膜と反射膜との間に配置する超解像膜の膜厚に特に制限はない。但し、記録膜と反射膜との間に配置する超解像膜の膜厚は、好ましくは焦点深度 D_f 未満である。

【0051】上記のように超解像記録及び超解像再生の双方を実現するために光記録媒体1に感度が互いに異なる二種の超解像膜を設ける場合、低感度の超解像膜の臨界パワーは高感度の超解像膜の臨界パワーの数倍以上であることが好ましい。これは、記録パワーと再生パワーとは著しく異なっているためである。

【0052】また、図6を参照して説明したように、超解像膜3として高感度の超解像膜と低感度の超解像膜との積層構造を使用し、その積層構造を高感度の超解像膜が光入射側に位置するように配置した場合、透過光の強度分布プロファイルをよりシャープなものとすることができる。このような効果は、その積層構造の膜厚 T_s が上述した不等式に示す関係を満足していれば、光記録媒体1が再生専用型及び記録可能型のいずれであっても得ることができる。

【0053】高感度の超解像膜と低感度の超解像膜との積層構造としては、ヒートモード系については、例えば、高感度の超解像膜であるTe膜と低感度の超解像膜であるGeSbTe膜との積層構造を使用することができる。なお、そのような積層構造がヒートモード系である場合、各超解像膜間には、それらを構成する材料同士が混合されるのを防止するために透明誘電体薄膜を設けることが好ましい。

【0054】フォトンモード系については、波長405nmの光に対して超解像効果を示す積層構造として、例えば、S含有量及びTe含有量が互いに異なる複数のZnSSeTe微粒子分散膜の積層構造を使用することができる。この場合、S含有量がより少なく且つTe含有

量がより多いZnSSeTe微粒子分散膜は高感度の超解像膜として使用され、S含有量がより多く且つTe含有量がより少ないZnSSeTe微粒子分散膜は低感度の超解像膜として使用される。ZnSSeTe微粒子分散膜のエネルギーギャップ（電子遷移エネルギー）は、Teが多いと狭くなり、Sが多いと広がる。また、吸収飽和は、そのエネルギーギャップと照射光のエネルギーとの差が少ないほど低いパワーで生じさせることができる。したがって、上記のようにS含有量及びTe含有量を調節することにより、上記の積層構造を得ることができる。

【0055】上述した光記録媒体1がCDである場合、焦点レンズの開口数NAは0.5であり且つ使用するレーザービームの波長 λ は780nmである。したがって、この場合、超解像膜3の膜厚 T_s を1.56 μ mよりも厚くすることにより上述した効果を得ることができる。また、上述した光記録媒体1がHD-RAMである場合、焦点レンズの開口数NAは0.8であり且つ使用するレーザービームの波長 λ は410nmである。したがって、この場合、超解像膜3の膜厚 T_s を0.32 μ mよりも厚くすることにより上述した効果を得ることができる。さらに、上述した光記録媒体1がDVDである場合、焦点レンズの開口数NAは0.6であり且つ使用するレーザービームの波長 λ は650nmである。したがって、この場合、超解像膜3の膜厚 T_s を0.90 μ mよりも厚くすることにより上述した効果を得ることができる。

【0056】本発明の効果は、上記の理論によれば、超解像膜3の膜厚が厚いほど顕著となる。しかしながら、現実的には、臨界パワー P_c 以上の光に対する超解像膜3の透過率は100%未満である。換言すれば、高強度の光であっても超解像膜3で減衰される。通常、そのような減衰は超解像膜3に使用する材料に応じて異なるので、超解像膜3の膜厚の上限値は使用する材料に応じて適宜設定される。

【0057】上記光記録媒体1が再生専用型である場合、薄膜記録部4は、上述のように、超解像膜3側の面に記録マークとしてピットが設けられた反射膜である。この反射膜の材料としては、Al合金やAg合金などの金属材料を用いることができる。また、再生光として例えば波長650nmの光を使用する場合には、Cu、Au、及びTiNなどの金属やセラミックなども使用することができる。反射膜は、スパッタリング法などによって形成することができる。反射膜の膜厚は、通常は50nm以上であり、多くの場合、100nm程度に設定される。

【0058】上記光記録媒体1が記録可能型である場合、薄膜記録部4は相変化記録膜や光磁気記録膜などのように情報の記録を繰り返し行うことが可能な記録膜或いは色素系記録膜などのように情報の記録を1回のみ行

うことが可能な記録膜を有するものであれば特に制限はない。相変化記録膜の材料としてはGeSbTeやAgInSbTeが代表的であり、光磁気記録膜の材料としてはTbFeCoが代表的である。なお、超解像膜3と薄膜記録部4とは、前者では光学変化は基本的には光照射を継続している間においてのみ維持されるのに対し、後者では光学変化はメモリ性を有している点で異なっている。

【0059】薄膜記録部4が情報の記録が可能なものである場合、通常、薄膜記録部4は記録膜に加えて反射膜を有している。反射膜は、超解像膜3と反射膜との間に記録膜が介在するように配置される。そのような反射膜の材料としては、再生専用型に関して説明したものを使用することができる。

【0060】また、上記光記録媒体1が記録可能型である場合、薄膜記録部4の光学特性の最適化及び記録膜の保護などを目的として、記録膜を一对の干渉膜で挟持した構造を採用することが好ましい。そのような干渉膜の材料としては、記録膜が相変化記録膜である場合にはZnS・SiO₂などが一般に用いられ、記録膜が光磁気記録膜である場合にはSiNが一般に使用される。

【0061】上述した光記録媒体1においては、透明基板2と超解像膜3との界面における反射率が、超解像膜3と薄膜記録部4との界面における反射率よりも低く設定されていることが好ましい。この場合、特にフォーカス調整なくとも焦点位置を自動的に超解像膜3と薄膜記録部4との界面に合わせることができる。このような反射率の調節は、各構成要素に使用する材料を適宜選択することにより行ってもよく、或いは、透明基板2と超解像膜3との間に反射防止膜を設けることにより行ってもよい。

【0062】反射防止膜は、屈折率が n_{ar} である材料からなり、膜厚が $\lambda/4n_{ar}$ 程度の透明薄膜である。反射防止膜はスパッタリング法などで形成することができ、その材料としては、例えば、ZnS・SiO₂、SiN、SiO、AlN、AlO、及びTiOなどを挙げることができる。反射防止膜は、単層構造であってもよいが、複数の薄膜を隣り合うもの同士の間で屈折率が互いに異なるように積層してなる積層構造とすることにより、より顕著な反射防止効果を得ることができる。

【0063】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。以下に説明する各実施例では、ヒートモード系の超解像膜を有する光記録媒体及びフォトンモード系の超解像膜を有する光記録媒体を作製し、それぞれの動的評価を行う。各実施例について個々に説明するのに先立ち、まずは、それら実施例で使用する超解像膜について説明する。

【0064】以下の実施例では、ヒートモード系の超解像膜としてはTe膜を使用した。また、フォトンモード

系の超解像膜としては、CdSSe微粒子を有機マトリクス中に分散させてなり且つ波長650nmの光に対して光学応答を示す半導体微粒子分散膜、及び、ZnSSeTe微粒子を有機マトリクス中に分散させてなり且つ波長405nmの光に対して光学応答を示す半導体微粒子分散膜を使用した。

【0065】フォトンモード系の超解像膜であるTe膜は、スパッタリング法によって形成した。より具体的には、Te膜は、スパッタリング時に基板をIRランプで加熱することにより、所定の厚さを有する結晶質の薄膜として形成した。なお、この結晶質のTeをレーザ加熱すると溶融してその消衰係数が低下するため、Te膜の溶融部では透過率が増加する。また、Teの結晶化は速やかに進行するので、溶融したTeは加熱を終了すると直ちに結晶質のTeに戻る。Te膜の透過率は、このような原理で可逆的に変化させることが可能である。

【0066】一方、上記の半導体微粒子分散膜は、有機金属化合物を原料として用いて有機合成法によって塗工液を調製する調製工程と、その塗工液を基板上にスピコートする塗布工程とを順次行うことによって形成した。半導体微粒子分散膜にレーザ光を照射すると、照射部では、電子励起によって励起準位が飽和して透過率が上昇する。また、光照射を終了すると、脱励起によって元の状態へと戻る。半導体微粒子分散膜の透過率は、このような原理で可逆的に変化させることが可能である。

【0067】半導体微粒子分散膜の形成に用いる塗工液は、半導体を構成する各元素を含む有機金属化合物の溶液を所定の割合で混合し、適当な温度に昇温することによって調製した。このような方法によると、液状有機マトリクス中に半導体微粒子が分散された塗工液を得ることができる。また、この塗工液は、原液でまたはスピコート剤などを添加して適宜濃度調整して使用した。半導体微粒子分散膜の膜厚は、塗工液の希釈度やスピコートの際の基板回転数によって制御した。

【0068】次に、各実施例で使用する超解像膜の特性等について説明する。なお、それら特性は、光記録媒体の一部として形成した超解像膜について得られたものではなく、基板上に超解像膜のみを形成してなる超解像膜サンプルについて得られたものである。

【0069】以下の実施例で行うのと同じ条件で超解像膜として半導体微粒子分散膜を作製し、それぞれの半導体微粒子分散膜について、半導体微粒子の平均粒径と粒径分散とを調べた。その結果、半導体微粒子としてCdSSe微粒子及びZnSSeTe微粒子のいずれを用いた場合においても、半導体微粒子の平均粒径は3nm程度であり、粒径分散は10%以内であった。なお、上記のヒートモード系及びフォトンモード系超解像膜の膜厚を触診式膜厚計及び光学式膜厚計の双方で測定したところ、それら膜厚計によって得られた結果は10%以内の精度で一致した。

【0070】次に、超解像膜サンプルの超解像特性を調べた。すなわち、高パワーのガスレーザーシステムを用い、超解像膜サンプルにビーム径が数100 μ mであり且つビームスポット内でパワー密度が均一である波長650nmのレーザービームを照射して、照射パワー密度と透過率との間の関係を調べた。図7及び図8にその結果を示す。

【0071】図7は、膜厚1 μ mのTe膜に関して得られた照射パワー密度と透過率との関係を示すグラフである。また、図8は、膜厚1 μ mのCdSSe膜に関して得られた照射パワー密度と透過率との関係を示すグラフである。なお、図7及び図8において、横軸は照射パワー密度Pを示し、縦軸は透過率Trを示している。

【0072】図7に示すように、Te膜の透過率変化は、Teの熔融に対応する照射パワー密度近傍で急峻である。一方、CdSSe膜では、Te膜ほどの急峻な透過率変化は見られないが、大きな透過率変化量を確認することができた。なお、Te膜及びZnSSeTe膜について波長405nmの光を使用して同様の評価を行ったところ、図7及び図8に示したのとほぼ同等の関係が得られた。

【0073】次に、各実施例について、順次説明する。

(実施例1) 図9は、本発明の実施例1に係る光ディスクを概略的に示す断面図である。図9に示す光ディスク1は再生専用型であって、透明基板2の一方の主面上に超解像膜3と薄膜記録部4である反射膜5が順次積層された構造を有している。

【0074】本実施例では、後述するように、後述する動的評価を、焦点レンズの開口数NAが0.65である場合及び0.85である場合のそれぞれについて行う。前者の場合、透明基板2としては、厚さが0.6mmであり且つ超解像膜3が設けられた面に記録情報としてピットが形成されたものを使用し、この透明基板2のピットが設けられた面に超解像膜3及び反射膜5を順次成膜することによって光ディスク1を得た。一方、後者の場

合、厚さが1.1mmであり且つ一方の主面に記録情報としてピットが形成された透明基板(図示せず)を使用し、この透明基板のピットが設けられた面に反射膜5及び超解像膜3を順次成膜し、さらに、超解像膜3上に例えば厚さが0.1mmである透明基板2を配置することによって光ディスク1を得た。

【0075】なお、いずれの場合においても、光学系の分解能($\approx 0.5 \times \lambda / NA$)を基準として、Duty比50%の単一周波数の信号をピットピッチを変化させて記録した。また、いずれの場合においても、超解像膜3は焦点深度Drよりも厚く形成した。

【0076】次に、以下に示す方法により、これら光ディスク1の動的評価を行った。すなわち、まず、上述した方法で作製した光ディスク1を一般的な光ディスク評価機にセットした後、ディスク1を回転させながら0.5mW程度の再生パワーでフォーカシング及びトラッキング調整を行った。次に、光学系の分解能未満のピッチでピットが形成されたトラックにガウス型の強度分布を有する光ビームをパワーを変化させながら照射することにより、CNR値が最大となる再生パワーを選択した。この操作によって、超解像膜の光照射部における透過率がビームスポット周縁部で十分に低く且つビームスポット中央部で十分に高くなるように再生パワーを設定することができる。このような方法で設定した再生パワーで上記光ディスク1に記録された情報の再生を行い、ピットピッチとCNR値との関係を調べた。

【0077】なお、以下の表1に、本実施例で動的評価を行った光ディスク1について、超解像膜3の材料及びその膜厚T、並びに透明基板2の厚さを纏めて示す。また、表1には、光ディスク1の動的評価に使用した再生光の波長 λ 、焦点レンズの開口数NA、及び焦点深度Drも併せて示す。

【0078】

【表1】

		超解像膜		基板厚 (nm)	λ (nm)	NA	Df (nm)
		種類	膜厚 (nm)				
ディスク	(1)	Te 膜	1.5×10^3	0.6	650	0.65	770
	(2)	CdSSe 微粒子 分散膜	1.5×10^3	0.6	650	0.65	770
	(3)	Te 膜	1.5×10^3	0.1	650	0.85	450
	(4)	CdSSe 微粒子 分散膜	9×10^2	0.1	650	0.85	450
	(5)	Te 膜	9×10^2	0.6	405	0.65	480
	(6)	ZnSSeTe 微粒子分散膜	9×10^2	0.6	405	0.65	480
	(7)	Te 膜	5×10^2	0.1	405	0.85	280
	(8)	ZnSSeTe 微粒子分散膜	5×10^2	0.1	405	0.85	280

【0079】図10は、本発明の実施例1に係る光ディスク1に関して得られたピット長とCNR値との関係の一例を示すグラフである。図中、横軸はピット長を示しており、縦軸はCNR値を示している。また、図中、曲線55は上記表1のディスク(2)について得られたデータを示し、曲線56は超解像膜3の膜厚を500nmとしたこと以外はディスク(2)と同様の構造を有する光ディスクについて得られたデータを示し、曲線57は超解像膜3を設けなかったこと以外はディスク(2)と同様の構造を有する光ディスクについて得られたデータを示している。

【0080】図10から明らかなように、ピット長を500nm未満とした場合、厚さ1.5 μ mの超解像膜3を設けた光ディスク1及び厚さ500nmの超解像膜3を設けた光ディスクのいずれにおいても、超解像膜3を有していない光ディスクに比べれば、ピット長をより短くすることができる。しかしながら、その効果は、超解像膜3の膜厚を1.5 μ mとした場合と500nmとした場合とで大きく異なっている。すなわち、超解像膜3の膜厚を1.5 μ mとすることにより、ピット長を著しく短くすることが可能となることが分かる。

【0081】次に、超解像膜3の膜厚が異なること以外は上記表1のディスク(1)と同様の構造を有する光ディスク1を作製した。これら光ディスク1について、超解像膜3の膜厚 T_s とマーク長が光学系の分解能の半分の長さであるピット列に関するCNR値(CNR50)との関係を調べた。その結果を図11に示す。

【0082】図11は、本発明の実施例1に係る光ディスク1に関して得られた焦点深度Dfに対する超解像膜3の膜厚 T_s の比とCNR値との関係の一例を示すグラフである。図中、横軸は比 T_s/Df を示しており、縦軸はCNR値(CNR50)を示している。

【0083】一般に、CNRは40dB程度以上であることが必要である。図11から明らかなように、マーク長を光学系の分解能の半分の長さとした場合であっても、比 T_s/Df を1よりも高くすることにより40dBを上回るCNRを得ることができる。特に、比 T_s/Df を約1.25～約2.5の範囲内とした場合には、CNR50は50dB以上もの高い値を示した。

【0084】なお、CNR50は、比 T_s/Df が2.5以上になると低下している。これは、超解像膜の膜厚 T_s が厚くなると、光学パスが長くなりビームスポット中央部での光吸収が増加するため、及び、透過すべき光成分の一部が超解像膜を伝播する過程で減衰して臨界パワー未満となるためである。したがって、比 T_s/Df は、5以下であることが好ましく、3以下であることがより好ましく、2以下であることが最も好ましい。

【0085】次に、以上説明した評価を上記表1のディスク(1)、(3)～(8)に関しても行った。その結果、図10及び図11に示したのとほぼ同様の傾向が見られた。

【0086】なお、本実施例で作製したディスク1では、透明基板2と超解像膜3との界面における反射率が、超解像膜3と反射膜5との界面における反射率よりも低かったため、超解像膜3と反射膜5との界面、すなわち記録面、に対して自動的に焦点位置を合わせることができた。しかしながら、超解像膜3に用いる材料によっては、透明基板2と超解像膜3との界面における反射率が過剰に高くなり、オートフォーカスでは透明基板2と超解像膜3との界面に焦点位置が合ってしまうことがある。この場合でもフォーカシングオフセット調製を行うことによって超解像膜3と反射膜5との界面に焦点位置を合わせることが可能であるが、透明基板2と超解像膜3との界面における反射率を超解像膜3と反射膜5と

の界面における反射率よりも低く設定することが好ましい。

【0087】（実施例2）本実施例では、主に、反射防止膜の効果について実証し、光ディスク1の超解像効果については他の実施例で説明する。

【0088】図12は、本発明の実施例2に係る光ディスクを概略的に示す断面図である。図12に示す光ディスク1は記録可能型であって、透明基板2の一方の主面上に、反射防止膜6、超解像膜3、干渉膜7、記録膜8、干渉膜9、及び反射膜5が順次積層された構造を有している。なお、干渉膜7、記録膜8、干渉膜9、及び反射膜5は、薄膜記録部4を構成している。また、通常、このような構造の光ディスク1において、反射膜5を除く薄膜記録部4の厚さは、焦点深度未満に設定されている。

【0089】本実施例では、超解像膜3として厚さ1 μ mのTe膜を用い、記録膜8としてGeSbTe膜を用い、干渉膜7、9としてZnS・SiO₂膜を用いて図12に示す光ディスク1を作製した。また、反射防止膜6を有していないこと以外は同様の構造を有する光ディスク1も作製した。

【0090】なお、超解像膜3と薄膜記録部4との界面の反射率は、記録膜8が結晶質状態にある場合に20%であり且つ非晶質状態にある場合にほぼ0%となるように調節した。これは、記録マーク形成部と非形成部との間で高い光学コントラストを得るためである。このように結晶質状態及び非晶質状態における反射率を設定したところ、記録後における超解像膜3と薄膜記録部4との界面の平均的な反射率は10%程度であった。また、反射防止膜6を設けた光ディスク1では、反射防止膜6及び超解像膜3からなる積層構造と透明基板2との界面における反射率は3%程度であり、反射防止膜6を有していない光ディスク1では、超解像膜3と透明基板2との界面における反射率は15%程度であった。

【0091】次に、これら光ディスク1の記録膜8を初期結晶化した。次いで、照射光の波長 λ が650nmであり、焦点レンズの開口数NAが0.65である光ディスク評価機を用い、実施例1で説明したのと同様の方法により、これら光ディスク1の評価を行った。

【0092】その結果、反射防止膜6を設けた光ディスク1では、記録及び再生の双方に際し、超解像膜3と薄膜記録部4との界面に対して自動的に焦点位置を合わせることができた。一方、反射防止膜6を有していない光ディスク1に関しては、記録前の状態では超解像膜3と薄膜記録部4との界面に対して自動的に焦点位置を合わせることができた。しかしながら、記録後は透明基板2と超解像膜3との界面に焦点位置が合ってしまい再生が困難となることがあった。

【0093】なお、光ディスク1が反射防止膜6を有していなくとも、フォーカスオフセット調整を行って超解

像膜3と薄膜記録部4との界面にフォーカシングすれば、記録マークの長さが光学系の分解能未満であっても高いCNRで再生信号を得ることができた。しかしながら、そのような調整なしで安定した動作を継続するためには、透明基板2と薄膜記録部4との間に反射防止膜6を設けることが好ましいことが分かった。

【0094】（実施例3）本実施例では、主に、互いに感度の異なる複数の超解像膜を積層した場合に得られる効果について実証する。

【0095】図13は、本発明の実施例3に係る光ディスクを概略的に示す断面図である。図13に示す光ディスク1は再生専用型であって、透明基板10の一方の主面上に、薄膜記録部4である反射膜5、第1の超解像膜3a、第2の超解像膜3b、及び透明基板2が順次積層された構造を有している。なお、第1の超解像膜3aは第2の超解像膜3bに比べて低感度である（或いは、臨界パワーが高い）。また、図示していないが、透明基板10の反射膜5側の面には記録情報に対応してピットが設けられており、これらピットは反射膜5の透明基板2側の面に転写されている。

【0096】本実施例では、透明基板2として、厚さ0.1mmのUV樹脂基板を使用した。この光ディスク1は、焦点レンズの開口数NAが0.85である条件下での動作に適した構造を有しており、透明基板10のピットが設けられた面に、反射膜5、第1の超解像膜3a、及び第2の超解像膜3bを順次成膜し、最後に透明基板2を配置することにより得ることができる。

【0097】また、本実施例では、低感度の超解像膜3a及び高感度の超解像膜3bとしてZnSSeTe微粒子分散膜を使用した。なお、それら超解像膜3a、3bの感度は、超解像膜3bに比べて超解像膜3aにおけるS含有量がより高く且つTe含有量がより少なくすることにより調節した。また、超解像膜3aの膜厚と超解像膜3bの膜厚とは同一とし、それらが形成する積層構造の膜厚が互いに異なる複数の光ディスク1を作製した。

【0098】次に、これら光ディスク1について、実施例1で説明したのと同様の方法により、超解像膜3a、3bが形成する積層構造の膜厚とCNR50との関係を調べた。その結果、図11に示すデータに比べ、比 T_s/D_f が2以下の範囲ではCNR50は2~3dB向上し、CNR50は比 T_s/D_f が1.1~3.5程度まで50dB以上の値を維持した。

【0099】このようにCNR50が向上した理由は、高感度の超解像膜を伝播する際に光ビーム周縁部が遮られる遮断効果に、低感度の超解像膜を伝播する際に光ビーム周縁部が遮られる遮断効果が重畳されて、透過光の強度分布プロファイルをよりシャープなものとすることができたためであると考えられる。また、CNR50が50dB以上の値を示す比 T_s/D_f の上限値が高められた理由は、焦点から離れた位置における光ビーム中央部

のパワー密度が、超解像膜の光学定数が変化するパワー密度よりも高く設定されたため、焦点から離れた位置での過度な光の減衰が防止されたためであると見なすことができる。

【0100】（実施例4）図14は、本発明の実施例4に係る光ディスクを概略的に示す断面図である。図14に示す光ディスク1は記録可能型であって、透明基板2の一方の主面上に、第1の超解像膜3a、干渉膜7、記録膜8、干渉膜9、第2の超解像膜3b、及び反射膜5が順次積層された構造を有している。なお、干渉膜7、記録膜8、干渉膜9、及び反射膜5は、薄膜記録部4を構成している。

【0101】図14に示す構造は、焦点レンズの開口数NAが0.65程度である場合に適している。焦点レンズの開口数NAが0.85程度である場合には、図示しない基板上に、反射膜5、第2の超解像膜3b、干渉膜9、記録膜8、干渉膜7、第1の超解像膜3a、及び透明基板2を順次積層してなる構造を採用することが好ましい。

【0102】本実施例では、図14に示す構造を採用し、透明基板2としては、マスタリングプロセスによってアドレスピット及びトラッキンググループが形成されたポリカーボネートディスクを使用した。また、超解像膜3aとしては膜厚 T_s が600nmであるZnSSeTe微粒子分散膜を使用し、干渉膜7としては膜厚60nmのZnS・SiO₂膜を使用し、記録膜8としては膜厚20nmのGeSbTe膜を使用し、干渉膜9としては膜厚15nmのZnS・SiO₂膜を使用し、超解像膜3bとしては膜厚200nmのZnSSe微粒子分散膜を使用し、反射膜5としては膜厚100nmのAgPdCu膜を使用した。これら薄膜のうち、超解像膜3a、3bは前述した有機合成法による塗工液の調製及びスピコートによる塗布を順次行うことによって形成し、それら以外の薄膜はいずれもスパッタリング法により形成した。以上のようにして図14に示す光ディスク1を作製した。

【0103】なお、超解像膜3a、3bの感度は、半導体微粒子の組成を変化させてエネルギーギャップを適当な値とすることにより、超解像膜3aの臨界パワーが0.5~1mWの範囲内となるように及び超解像膜3bの臨界パワーが7~10mWの範囲内となるように調節した。

【0104】次に、照射光の波長 λ が405nmであり、焦点レンズの開口数NAが0.65である光ディスク評価機を用いて、上記光ディスク1に対して記録再生試験を行った。その結果、記録マークのピッチが光学系の分解能（約300nm）の1/4である場合においても、40dB以上もの高いCNR値が得られた。また、超解像膜3aの膜厚が異なること以外は同様の構造を有する複数の光ディスク1を作製し、これら光ディスクに

についても記録再生試験を行った。これにより得られた結果をもとに、マークピッチを分解能の1/4とした場合における、CNRと比 T_s/D_f との関係を求めたところ、図11に示したのと類似の結果が得られた。

【0105】（実施例5）本実施例では、上記の実施例1~実施例4で作製した光ディスク1に記録された情報の再生やその光ディスク1への情報の記録に利用可能な光ディスク装置について説明する。

【0106】図15は、本発明の実施例5に係る光ディスク装置を概略的に示す図である。図15に示す光ディスク装置21は、光ディスク1、スピンドルモータ22、焦点レンズ23、ハーフミラー24、レーザ光源25、光検出器26、プリアンプ27、可変利得アンプ28、A/D変換回路29、線形等価回路30、データ検出回路31、デコーダ32、ドライブコントローラ33、駆動制御系34、インターフェース35、変調回路36、及びレーザドライバ37を有している。なお、通常、光ディスク装置21には、ビーム整形プリズム及び半波長板が必要であり、光ディスク1が光磁気ディスクである場合には偏光子及び検光子などが必要であるが、図15では、それら部材は省略して描かれている。

【0107】図15に示す光ディスク装置21において、光ディスク1は再生専用型または記録可能型であり、この光ディスク1は、透明基板2が図中上向きとなるようにスピンドルモータ22の回転軸に着脱可能に或いは着脱不可能に支持されている。光ディスク1は、スピンドルモータ22の回転数を制御することにより、所定の回転数で回転され得る。

【0108】光ディスク1の上方には、ピックアップ系の一部を構成する焦点レンズ23が配置されている。これらピックアップ系及びスピンドルモータ22は、駆動制御系34を介してドライブコントローラ33によって駆動される。このように構成される駆動機構によって、光ディスク1の回転数の制御並びにフォーカシング及びトラッキング制御が可能とされている。

【0109】この光ディスク装置21では、光ディスク1の超解像膜3の膜厚 T_s よりも光学系の焦点深度 D_f が短い。すなわち、レーザ光源25から出射されるレーザビームの波長 λ 、焦点レンズ23の開口数NA、及び光ディスク1の超解像膜3の膜厚 T_s は、不等式： $T_s > 0.5 \times (\lambda / NA^2)$ に示す関係を満足している。

【0110】このように構成される光ディスク装置21での情報の記録は、上述のように光ディスク1の回転数の制御並びにフォーカシング及びトラッキング制御を行いつつ以下の方法により行われる。すなわち、情報の記録に際しては、そのような制御のもと、まず、ドライブコントローラ33によってインターフェース35を介して取り込んだユーザデータ信号を変調回路36へと転送する。ユーザデータ信号は変調回路36で所定の符号ビット列へと変換される。レーザドライバ37は、レーザ

光源25を符号ビット列に対応して駆動し、それにより、レーザ光源25はパルス状のレーザビームを記録光として出射する。

【0111】記録光は、ハーフミラー24を透過して焦点レンズ23へと導かれ、光ディスク1上に集光照射される。これにより、光ディスク1の記録膜8には、符号ビット列に対応した記録マークが形成される。図15に示す光ディスク装置21での情報の記録は、以上のようにして行われる。なお、最短マークピッチを狭めて記録するためには、変調回路36の出力信号や駆動制御系34の出力信号などを変化させればよい。

【0112】また、この光ディスク装置21での情報の再生は、上述のように光ディスク1の回転数の制御並びにフォーカシング及びトラッキング制御を行いつつ以下の方法により行われる。すなわち、情報の記録に際しては、そのような制御のもと、まず、レーザ光源25から再生パワーレベルのレーザビームを再生光として出射する。なお、レーザビームのパワーレベルは、レーザ光源25からの出力を周期が一定なパルス光とし、その周期を適宜設定することにより制御可能である。レーザ光源25から出射した再生光は、ハーフミラー24を透過して焦点レンズ23へと導かれ、光ディスク1上に集光照射される。光ディスク1の記録トラックからの反射光は、ハーフミラー24で反射されて光検出器26へと導かれ、そこで電気信号へと変換される。

【0113】光検出器26からの電気信号は、プリアンプ37及び可変利得アンプ28で増幅され、その後、A/D変換回路29でデジタル信号へと変換される。次いで、このデジタル信号は、線形等化回路30でフィルタリングされてノイズに起因するジッタ成分を除去される。データ検出回路31は、例えば、パーシャルレスポンスで等化した再生信号波形からデータを検出するマキシマムライクリフッド法によって符号ビット列を推定する信号処理回路であり、具体的にはビタビデコーダである。デコーダ32は、データ検出回路31によって検出された符号ビット列を元の記録データへと復元する。このようにして復元された記録データは、ドライブコントローラ33及びインターフェース35を介して装置外部へと出力される。図15に示す光ディスク装置21での情報の再生は、以上のようにして行われる。

【0114】なお、図15に示す光ディスク装置21は記録及び再生の双方が可能な記録可能型である。この光ディスク21を再生専用型とする場合は、変調回路36は必ずしも設ける必要はない。また、焦点レンズ23及び光源25以外の光学系は、図15に示す構造に限られるものではなく、様々な変形が可能である。

【0115】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では、超解像膜の厚さ T_s を焦点深度 D_f よりも厚くすることにより、超解像膜と薄膜記録部との界面を焦点位置に合わせ

た場合に、焦点位置近傍だけでなくビーム径の変化率の大きな位置にも超解像膜を存在させている。そのため、本発明によると、従来技術に比べて著しく大きな超解像効果を得ることができる。すなわち、本発明によると、超解像効果を十分に引き出し得る技術が提供される。また、本発明によると、超解像効果を容易且つ十分に引き出し得る技術が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】照射光強度と超解像膜の光学応答との間の理想的な関係を示すグラフ。

【図2】図1に示す光学変化を示す超解像膜への入射前及び透過後におけるガウス型光ビームの強度分布を示すグラフ。

【図3】光学定数が一定の領域内を焦点レンズで集束させた光が伝播する状態を概略的に示す図。

【図4】本発明の一実施形態に係る光記録媒体を概略的に示す断面図。

【図5】本発明により得られる効果の一例を概略的に示すグラフ。

【図6】本発明により得られる効果の他の例を概略的に示すグラフ。

【図7】膜厚 $1\mu\text{m}$ のTe膜に関して得られた照射パワー密度と透過率との関係を示すグラフ。

【図8】膜厚 $1\mu\text{m}$ のCdSSe膜に関して得られた照射パワー密度と透過率との関係を示すグラフ。

【図9】本発明の実施例1に係る光ディスクを概略的に示す断面図。

【図10】本発明の実施例1に係る光ディスクに関して得られたピット長とCNR値との関係の一例を示すグラフ。

【図11】本発明の実施例1に係る光ディスクに関して得られた焦点深度 D_f に対する超解像膜の膜厚 T_s の比とCNR値との関係の一例を示すグラフ。

【図12】本発明の実施例2に係る光ディスクを概略的に示す断面図。

【図13】本発明の実施例3に係る光ディスクを概略的に示す断面図。

【図14】本発明の実施例4に係る光ディスクを概略的に示す断面図。

【図15】本発明の実施例5に係る光ディスク装置を概略的に示す図。

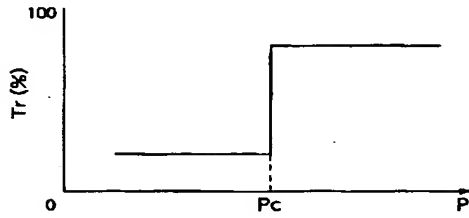
【符号の説明】

1…光記録媒体； 2, 10…透明基板； 3, 3a, 3b…超解像膜； 4…薄膜記録部； 5…反射膜； 6…反射防止膜； 7, 9…干渉膜； 8…記録膜； 11…光ビーム； 21…光ディスク装置； 22…スピンドルモータ； 23…焦点レンズ； 24…ハーフミラー； 25…レーザ光源； 26…光検出器； 27…プリアンプ； 28…可変利得アンプ； 29…A/D変換回路； 30…線形等価回路； 31…データ検出回路；

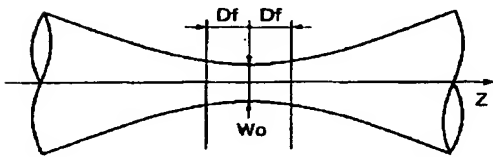
25

32…デコーダ； 33…ドライブコントローラ； 34…駆動制御系； 35…インターフェース； 36…

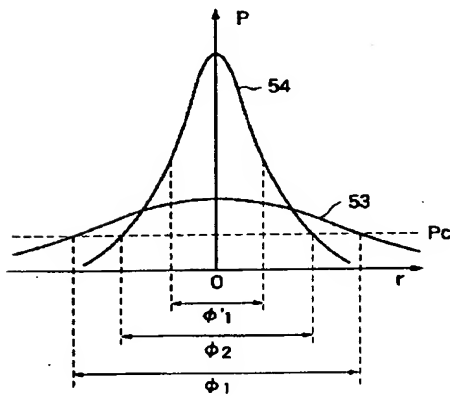
【図1】



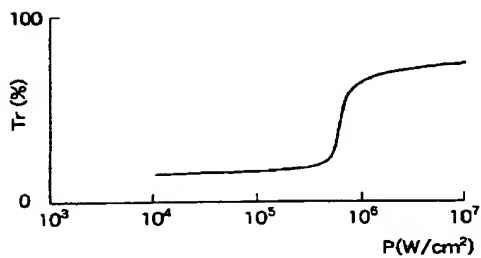
【図3】



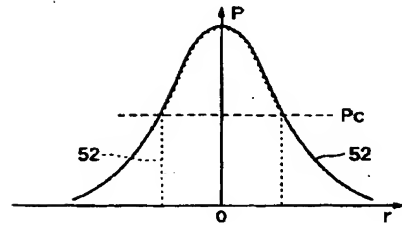
【図5】



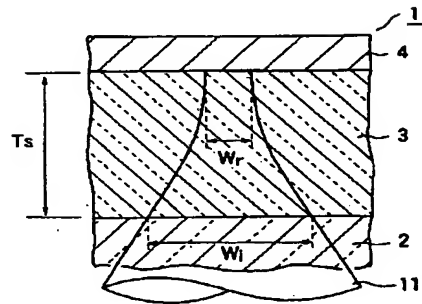
【図7】



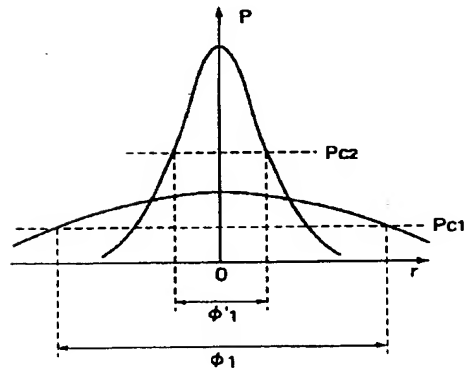
【図2】



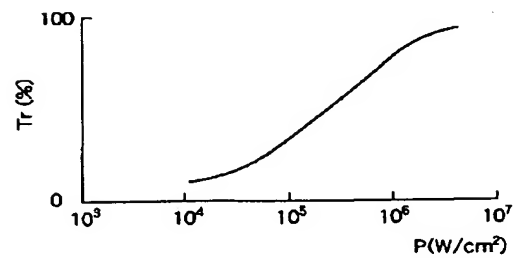
【図4】



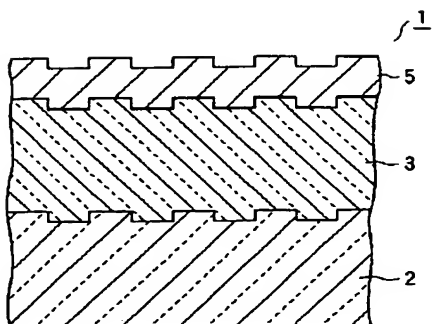
【図6】



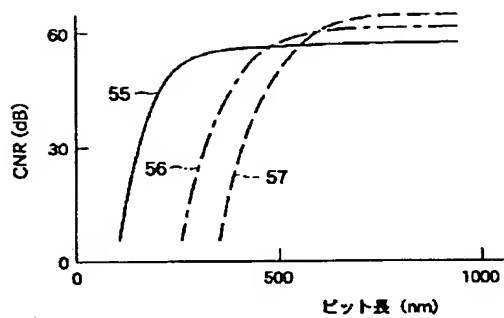
【図8】



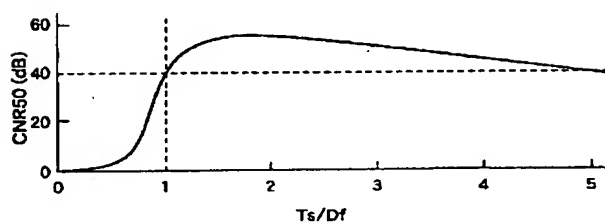
【図9】



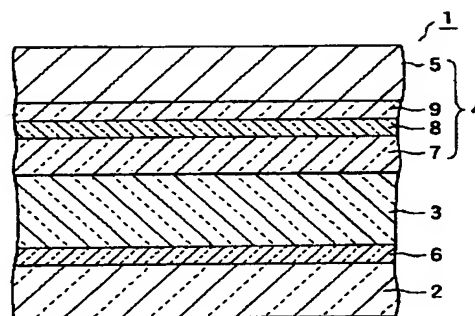
【図10】



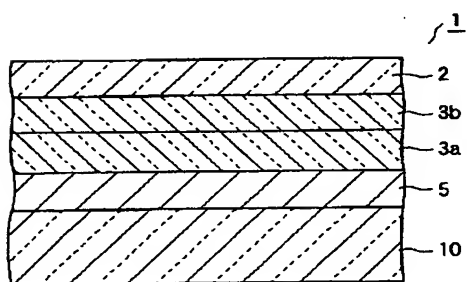
【図11】



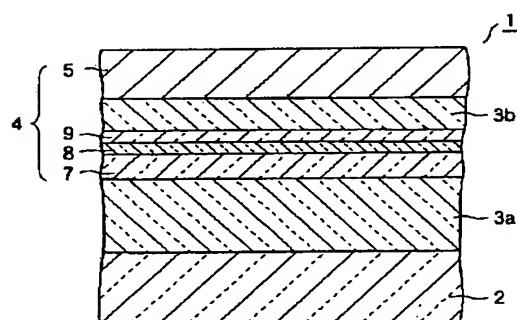
【図12】



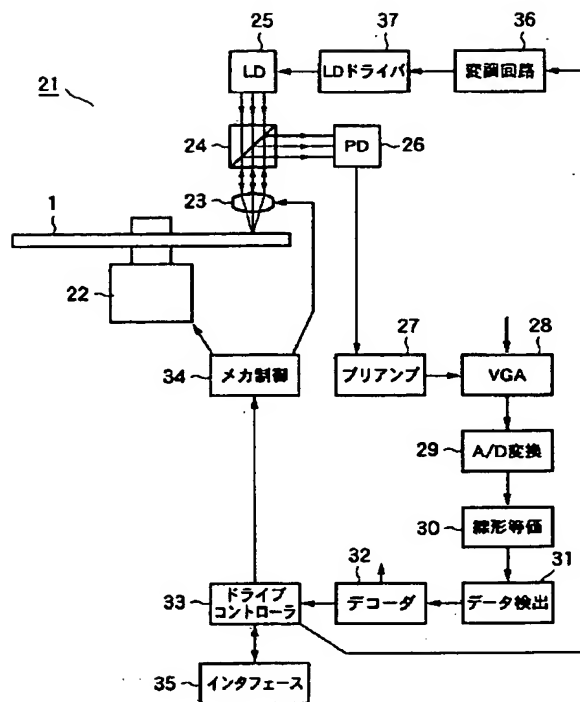
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 都鳥 顕司
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
 式会社東芝研究開発センター内
 (72)発明者 神谷 格
 東京都千代田区丸の内二丁目5番2号 三
 菱化学株式会社内

(72)発明者 吉江 建一
 東京都千代田区丸の内二丁目5番2号 三
 菱化学株式会社内
 Fターム(参考) 5D029 MA39
 5D090 AA01 BB04 BB10 BB12 CC05
 DD01 EE02 FF11 KK03

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.